文化数字化视阈下博物馆在线数字资源服务可供性测评研究*

钱明辉[1, 2]，王雅岳[1]，杨建梁[*1,2]，刘彦平[3]
（1. 中国人民大学信息资源管理学院，北京，100872；
2. 中国人民大学数字人文研究院，北京，100872；
3. 中国社会科学院大学商学院，北京，102488）

摘 要：**[目的/意义]** 博物馆作为公共文化服务机构的重要组成部分，其文化内容资源的普及性是实现公共文化服务便利化和均等化的重要支撑。数字中国整体布局、国家文化数字化战略的提出对博物馆在线数字资源服务提出了更高的要求，科学评价我国博物馆在线数字资源服务可供性将成为实现上述要求的重要抓手。**[方法/过程]**本文基于可供性理论相关原理并结合我国博物馆在线数字资源服务的特点，构建了包含 3 项一级指标，9 项二级指标，25 项三级指标的可供性评价指标体系，利用层次分析法和熵权法的组合赋权模型确定各级指标权重。在此基础上，本文选取了 175 家国家一级博物馆网站对其进行在线数字资源服务可供性的测评。**[结果/结论]**（1）在线数字资源服务可供性水平较高的博物馆结合自身资源特点在认知可供性、功能可供性以及情感可供性三个维度进行了充分探索及延伸；（2）我国博物馆在线数字资源可供性水平发展并不均衡，总体呈现“东高西低中起”格局；（3）我国各省市博物馆在线数字资源服务可供性水平与城市文化科技融合创新发展格局基本一致。

关键词：文化数字化，博物馆，数字资源，可供性
分类号：G250

Construction and Verification of the Evaluation Index System on the Affordance of Digital Resources Services in Chinese Museums From the Perspective of Digital Culture

Qian Minghui[1, 2], Wang Yayue[1], Yang Jianliang[*1, 2], Liu yanping[3]
[1] (School of Information Resource Management, Renmin University of China, Beijing 100872, China)
[2] (Research Center for Digital Humanities, Renmin University of China, Beijing 100872, China)
[3] (School of Business, University of Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 102488, China)

Abstract:[Objective] Museums, as an important component of public cultural service institutions, play a crucial role in facilitating convenient and

---

* 本文系国家社会科学基金重点项目“基于数智融合的信息分析方法创新与应用”（编号：22AZD158）项目成果。
作者简介：钱明辉，教授、博士生导师，副院长；王雅岳，硕士研究生；杨建梁，讲师，通讯作者，E-mail: rucyjl1991@ruc.edu.cn；刘彦平，教授，博士生导师。

equitable public cultural services through the popularization of their cultural content resources. The overall layout of Digital China and the National Digital Culture Strategy have put forward higher requirements for digital resources services provided by museums in China. A scientific evaluation of the availability of online digital resource services offered by museums in China will become a critical means of achieving the aforementioned requirements. **[Methods]**Based on the affordance theory and the characteristics of museums' digital resources, this paper constructs an evaluation index system consisting of three primary indices, nine secondary indices and twenty-five tertiary indices. The analytic hierarchy process and entropy weight method were introduced to calculate the weight of each index. Based on this, this paper selects 175 first-level national museums for evaluation. **[Conclusions]** (1) Museums with a higher level of online digital resource service affordance have fully explored and extended their capabilities in the dimensions of cognitive affordance, functional affordance, and affective affordance based on their own resource characteristics; (2) The development of online digital resource service affordance in Chinese museums is uneven, showing an overall pattern of "high in the east, low in the west, and moderate in the central regions"; (3) The level of affordance in online digital resource services provided by museums in different provinces and cities in China is generally consistent with the pattern of development in urban cultural technology integration and innovation.
Keywords: Cultural digitization; Museum; Digital resources; Affordance

1 引言

2023 年，中共中央办公厅、国务院办公厅相继印发《数字中国建设整体布局规划》（以下简称《规划》）、《关于推进实施国家文化数字化战略的意见》（以下简称《意见》），前者秉持以数字化推动高质量发展的科学逻辑，形成了相对完善的顶层设计，后者申明了“文化数字化为了人民，文化数字化成果由人民共享”的人本理念，并就“十四五”时期到 2035 年推进实施国家文化数字化战略做出了重大部署。国家文化数字化战略为文化成果的多样化传播提供了必要条件，同时为实现文化资源的均等化和便利化指明方向。博物馆是文化资源的重要载体，截至 2021 年底,全国博物馆机构数为 5772 个,藏品数量达 4665 万件/套。博物馆目前已发展成规模庞大、藏品丰富的重要文化机构，是国家文化资源建设和公共文化服务的关键组成部分。国家文化数字化战略的推进对包括博物馆等在内的公共文化数字化平台全面提升数字文化内容供给能力和数字文化服务水平提出了更高要求。

传统的数字资源服务主要包括数字资源借阅服务、数字资源咨询服务、数字资源传播服务以及数字资源技术支持服务[1]。博物馆的在线数字资源服务主要集中于数字资源传播服务，比如文物等藏品展览的在线访问、课程资源的在线学习、在线讲座培训的开展等，旨在更好地发挥博物馆在文化传播、文化教育、科学普及等方面的积极作用。信息技术的高速发展对社会生活方式产生了愈加深入的影响，与此同时公众的文化需求也呈现持续增长的态势，在这背景下加强博物馆在线数字资源服务建设变得日益迫切。目前，我国博物馆大多能够提供网站访问服

务，旨在依托在线平台的感官交互、媒介传播方面的优势来向公众呈现其数字文化资源，以期在数字技术所构建的虚拟空间中实现知识的有效延展，调动人们的沉浸感与体验感，让“沉睡”的历史文化“活”起来。然而，我国博物馆在线数字资源服务水平并不均衡，不同博物馆之间的资源丰富程度、数字技术应用度等均存在一定差异，博物馆在线数字资源服务能否有效拉近其与受众的距离、降低公众汲取文化资源的门槛，目前还缺少客观、规范的评估标准。为此，本文从可供性视角出发提出我国博物馆在线数字资源服务的评价体系，从“认知”“功能”“情感”三个维度对博物馆在线数字资源服务可供性展开测评，在观察和比较我国博物馆数字资源服务质量的基础上进一步探讨提升其公共文化数字化服务水平的可行策略。

2 相关研究综述

2.1 博物馆在线数字资源服务

博物馆作为文化遗产的保护和传承者，肩负着将知识文化以数字化的方式进行呈现和传播的重要任务。目前，已有学者针对博物馆在线数字资源展开研究。部分研究针对博物馆在线资源服务的建设，例如尹珍[2]、袁晓东[3]、伍建平[4]、王广军等[5]从在线数字资源服务的呈现方式、沉浸式交互设计切入，试图扩展数字资源的展示形式，提高资源的趣味性与吸引力；粟宇亮[6]、赵丰[7]则聚焦于博物馆在线数字资源服务的管理与共享机制，探讨在线数字资源管理与共享对于提高数字资源与应用效率以及活化藏品资源的重要性。部分研究视角聚焦于新时代背景下博物馆在线资源服务的发展困境与对策，例如来思渊[8]、王琪[9]探讨了新时代背景下博物馆在线数字资源的价值、面临的问题以及发展路径；伍建平[4]、袁晓东[3]、陈天仑[10]、苏燕等[11]、王广军等[5]归纳分析了 AR、VR 等虚拟现实技术在在线数字资源空间设计、交互作用等方面的作用以及未来的发展方向。也有研究对博物馆在线数字资源服务的功能展开讨论，从文物保护[12,13]、教育延伸[14]、文化传播[12]等方面为丰富文化数字化战略下博物馆的角色功能提供参考建议。

正是因为博物馆在线数字资源服务对文化传播、公众教育和社会发展具有重要的意义，也有学者尝试构建博物馆在线数字资源服务的评价指标，以期帮助博物馆在线数字资源服务的提高和优化，为数字化服务的质量和效益提供评估和反馈。在评价方法方面，学者们尝试使用质化研究方法[15]、案例研究法[16-18]、层次分析法[19]、方面级情感分析法[20]、层次灰关联计算方法[21]等方法对在线数字资源服务进行评价；在评价理论与模型方面，学者们借鉴的理论基础与模型主要有编码解码理论[19]、诺曼理论[15]、灰色理论[22]、场景理论[23,24]、可用性理论[25]、Kano 模型[21]、Musetech 模型[26]等；在评价内容方面，部分研究从平台展示设计出发，围绕博物馆数字交互展示中信息传达有效度[27]、虚拟博物馆界面布局美度[22]等探索评价体系的构建；部分研究从用户出发，分析研究博物馆数字化服务中影响用户体验的因素 [21,28-30]；还有研究结合场景理论[23,24]，提出虚拟文化场景的融合策略，为博物馆数字化的创新发展提供建议。

综上所述，目前针对于博物馆在线数字资源服务建设及发展的研究较为丰富，一定程度上为博物馆如何在数字中国背景下强化文化传播、公众教育等功能提供方向指引。但是，现阶段传统博物馆的在线数字资源服务也暴露出一些问题，如内容丰富程度不足、交互性有待提升、文化线上展示模式单一等，博物馆在线数

字资源服务是否真正意义上实现文化资源的可触达还缺少有效的评价体系进行评估。同时，博物馆在线数字资源服务发展状况并不均衡，其资源建设现状、技术使用程度存在差异，目前还缺少研究从可供性视角分析识别博物馆在线数字资源服务中的优势与不足。因此，本文能够弥补博物馆在线数字资源服务研究的空白，帮助博物馆在数字化建设中更好实现角色功能。

2.2 服务可供性评价

可供性理论由美国心理学家吉布森(Gibson)于 20 世纪 50 年代后半期提出，是一种描述有机体与环境互惠关系的理论，原意是指环境为用户提供行动的可能性[31]。随着理论的演化及发展，1988 年，诺曼(Norman)将可供性理论引入交互设计领域中，他指出，事物自身的可供性可以指示其使用方法、实现相应功能[32]。盖弗（Gaver）的研究对可供性的应用起到了推动性作用，他认为产品设计要充分考虑技术的可供性以及局限性，从用户与技术之间的互动角度提升产品的可用性[33]。也就是说，可供性强的设计能够帮助服务的意图和功能更准确、高效、满意地实现，能够提升用户的体验感和满意度，可供性的水平非常直接地决定了服务设计的质量[34]。

正是因为可供性在服务设计中的突出优势，可供性评价已经在不同领域广泛展开。首先在产品设计领域，不少学者基于可供性理论展开评价。例如李宏余[35]、埃尔哈姆（Elham）等[36]以可供性为评价坐标，为增强用户的产品交互体验提供参考；白仲航等[37]构建了基于功能可供性、认知可供性、行为可供性、感官可供性的产品造型设计方法，并通过评价验证了方法的可行性与有效性；王敏艳[38]则探讨了可供性与情感化设计的关联性，提出可供性指导下的产品情感化设计思路。

在社交媒体领域，越来越多的学者将可供性概念作为切入点来构建服务评价体系。福克斯（Fox）开发了评估感知可供性的量表，推进了传播研究人员对社会互动的理解[39]；赖斯（Rice）确定了六个可靠有效的可供性维度对组织媒体进行评价[40]；布赖恩（Brian）[41]、拉兹洛（Laszlo）等[42]针对社交媒体平台的可供性进行评价，为社交媒体的基本元素的设计，如内容和形式提供建议，以增强其可用性。2017 年潘忠党将“媒介可供性”的概念引入国内新闻传播学界，并在此基础上提出了新媒体“生产可供性”、“社交可供性”和“移动可供性”理论框架。基于此，国内新闻传播学者开始进行广泛研究。如王爱玲等[43]对专业媒体微信平台的内容传播可供性进行分析评价；曾培伦等[44]试图构建可供性框架下县级融媒体中心建设效果评估体系；张姝琪[45]对“人民视频”网站及客户端平台的内容生产、媒介技术、传播终端进行评价与反思。也有学者分别将可供性概念引入至教育领域[46-49]、信息系统领域[50]、医疗卫生领域[51]、电商销售领域[52-54]等。

综上所述，基于“可供性”的评价体系构建已经在多个领域得到了广泛的应用。学者们运用“可供性理论”客观、多维度地描述主体、技术与人之间关系的优势，对不同类型的服务进行评价。然而，在公共文化领域，尚未充分探索“可供性理论”的应用。随着文化数字化战略对数字内容供给能力的要求越来越高，博物馆作为文化传播的重要载体，需要实现数字资源的高到达率、及时性，以及增强公众对文化服务的获得感。“可供性”理论具备检验博物馆在线数字资源服务技术投入、文化场景连接以及用户体验之间互动关系的能力，为博物馆在线数字资源服务建设评估提供了崭新的分析视角。针对现有研究的不足，本文以“可供性”视角出发构建评价体系，能够帮助评估博物馆在多大程度上实现了数字资源服务的可触及。同时，本文根据博物馆的可供性水平提出了针对性的建议，旨在推动博物馆在文化数字化背景下发挥其传承优秀传统文化、满足人民群众精神

文化生活等方面的重要作用。

3 基于"可供性"的博物馆在线数字资源服务评价指标体系设计与构建

3.1 指标体系构建

本研究参考了许晓峰等[34]提出的四个可供性要素(功能可供性、认知可供性、行为可供性、感官可供性),选取其中的认知可供性以及功能可供性作为评价维度。感官可供性可视为认知可供性的一种属性,起到了关键的辅助作用[55],因此本文将其纳入到认知可供性的评价指标中。行为可供性与用户所执行的动作、所需要的体能和生理尺度有关[34],更适用于对实物产品的评价,与本文的契合度不够。在此基础上,本文引入了 Zhao 等提出的"情感可供性"概念[56],形成围绕"认知-功能-情感"可供性的评价体系。最终构建的博物馆在线数字资源服务可供性评价指标体系如表 1 所示,包括 3 个一级指标、9 个二级指标,25 个三级指标,较为全面地揭示了影响博物馆在线数字资源服务可供性建设的因素。

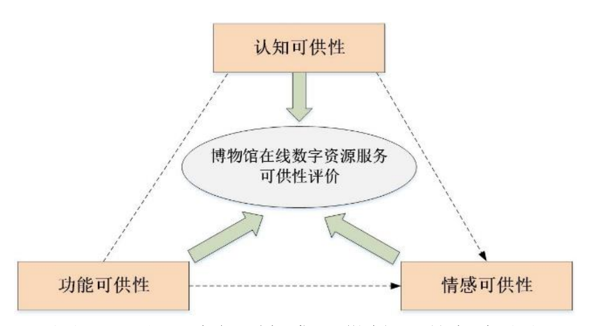


图 1 认知-功能-情感可供性评价框架图

(1)认知可供性:指环境或物品能够提供给用户的认知信息和交互方式。根据诺曼的观点,认知可供性在交互设计中发挥着极其重要的作用,是交互系统中最重要的以用户为中心的设计特征之一[55]。 认知可供性通过交互系统的物理特征提供线索[34],辅助用户理解平台的使用方式[38]。具有良好认知可供性的博物馆网站应该界面美观,即页面元素设计舒适、导航布局合理、色彩搭配统一,从而能够给予用户良好的感官体验。同时网站设计应具有易用性,有利于用户在使用过程中快速定位需要的数字资源,并能够直观清晰地理解网站操作和网站信息内容。因此,认知可供性主要通过网站的美观性以及易用性两个方面进行评价。

(2)功能可供性:指环境或物品提供的可实现的功能和操作方式。功能可供性强调"有用性"和"可用性"的结合,要求功能能够最大程度地,以易用的方式实现用户原有的意图[34]。在设计中功能具有主导性。博物馆在线数字资源服务主要分为三类,即数字藏品、数字展览和数字知识。不同博物馆提供数字资源的丰富程度、技术的应用程度等各不相同,也会进一步影响用户的使用体验,因此对博物馆功能可供性的评价十分重要。对数字藏品板块的评价主要从藏品说明完善程度、图片展示功能全面性、关联展示丰富性以及分类搜索功能全面性进行评价;数字展览板块评价主要从图文在线展、实景三维展以及三维虚拟展三种展览类型的功能丰富程度展开;数字知识板块评价主要从网站提供的多媒体资源以

及学术研究展示的丰富程度进行评价。

（3）情感可供性：指环境或物品引发用户的情感体验和价值延伸。情感可供性影响用户情感体验。积极的情感可供性能够促使人产生自然和愉快的情感反应。在诺曼提出的情感化设计三层次理论中，强调了在产品设计中要改善用户对产品的认知和体验，在本能层、行为层和反思层三个层次上激发使用者的情感反应[57]。本能层情感是用户初次使用平台过程中产生的最直接的情绪感受，通常体现在平台可以给予用户良好的感官体验。行为层情感是用户和产品交互时所感知和体验到的“可用性”，以及所产生的“高效率”带来的满足感，即用户是否对博物馆提供的在线数字资源服务整体上感到满意[58]。反思层情感是用户理解产品后产生的更深层的反应,是持续的情感投射，针对于博物馆在线数字资源服务而言，主要体现在博物馆的数字资源呈现方式、交互过程等是否给予用户良好的娱乐体验以及网站是否让用户对历史和文化有了全面了解、产生了兴趣以及愿意深入思考其意义[59]。由此可见，良好的情感可供性是认知可供性与功能可供性配合发挥作用的结果。因此，对情感可供性的评估可以从用户获取在线数字资源服务的实际感受，即数字资源服务满意度、数字资源娱乐交互度以及数字资源文化体验度三个维度展开。

3.2 指标测量

认知可供性以及情感可供性与用户的实际体验密不可分，因此以专家打分的定性方式进行测量，采用李克特 5 点量表法进行赋值，采取“非常不满意、不满意、一般、比较满意、非常满意”表述，对应的得分则为“1、2、3、4、5”。打分专家为信息资源管理领域的研究人员。功能可供性主要测量博物馆提供数字资源的水平，从数字藏品、数字展览和数字知识三方面以定量方式进行评价，对功能可供性三级指标赋值 0 或 1 来判断是否具有特定功能，并将数值相加作为每个博物馆网站功能可供性评分。最后对各级指标数据进行归一化处理，消除指标数据数量级上的差异。具体指标如表 1 所示。

3.3 指标权重确定

本文采取层次分析法以及熵权法组合赋权的方式确定指标权重。层次分析法基于评价者的知识和经验，可解释性、系统性较强，但存在主观随意性较大的不足。熵权法能够避免主观随意性，但权重结果可能与实际情况不符。综合权重结合了熵权法的客观因素与层次分析法的主观因素，实现了二者的紧密联系与优势互补，降低了单一方法带来的分析偏差，使分析结果更为全面、公正、合理。层次分析法通过向 15 位专家发送问卷调查的方式，请专家们按照已建立的评价指标体系，依据指标的重要性，采用 1-9 标度表对一、二级指标的重要程度进行两两比较，建立判断矩阵。所有判断矩阵随机一致性比率 CR 均小于 0.1，通过随机一致性检验，最终得到层次分析法主观权重α_i。之后采用熵权法对各项指标进行计算，得到客观权重β_i。最后采用偏好系数$\mu = 0.5$计算各项指标最终权重ω_i，即$\omega_i = 0.5(\alpha_i + \beta_i)$，结果如表 1 所示。

表 1 博物馆在线数字资源服务可供性评价指标体系及权重

一级指标	权重	二级指标	权重	三级指标
C1 数字资源服务认	0.338	C1.1 数字	0.500	C1.1.1 网站页面组件设计舒适性
				C1.1.2 网站布局导航合理清晰性

知可供性（DRS-Cognitive Affordance）		资源呈现美观性		C1.1.3 网站色彩搭配统一协调性
		C1.2 数字资源网站易用性	0.500	C1.2.1 网站数字资源定位便捷性
				C1.2.2 网站结果反馈清晰及时性
				C1.2.3 网站呈现内容易理解性
				C1.2.4 网站操作浏览直观清晰性
F2 数字资源服务功能可供性（DRS-Functional Affordance）	0.330	F2.1 数字藏品可供性	0.378	F2.1.1 藏品介绍完善性
				F2.1.2 图片展示多样性
				F2.1.3 延伸知识全面性
				F2.1.4 文物搜索便利性
		F2.2 数字展览可供性	0.315	F2.2.1 图文在线展功能完整性
				F2.2.2 实景三维展功能完整性
				F2.2.3 三维虚拟展功能完整性
		F2.3 数字知识可供性	0.307	F2.3.1 多媒体资源丰富性
				F2.3.3 学术研究展示全面性
A3 数字资源服务情感可供性（DRS-Affective Affordance）	0.332	A3.1 数字资源服务满意度	0.360	A3.1.1 数字资源满意程度
				A3.1.2 数字资源有用程度
				A3.1.3 数字资源推荐意愿
		A3.2 数字资源娱乐交互度	0.306	A3.2.1 呈现方式趣味性
				A3.2.2 交互过程趣味性
				A3.2.3 浏览过程愉悦性
		A3.3 数字资源文化体验度	0.334	A3.3.1 文化知识传达性
				A3.3.2 文化兴趣唤醒度
				A3.3.3 文化价值延伸性

4 博物馆在线数字资源服务测评研究

4.1 样本选取

2023 年 2 月 22 日国家文物局公布了 2021 年全国博物馆名录。截至 2021 年年底，我国备案博物馆已达 6183 家，其中国有博物馆 4194 家、非国有博物馆 1989 家；国家一、二、三级博物馆共 1218 家，其中国家一级博物馆 204 家、国家二级博物馆 448 家、国家三级博物馆 566 家。本文选取国家一级博物馆作为研究对象，去除未建立网站或网站暂时停止访问的博物馆，最终确定 175 个样本，从认知可供性、功能可能性、情感可供性三个维度进行测评。

4.2 数据计算

本研究采用百分制对国家一级博物馆网站进行评分令维度指标为 i，每个维度下的具体指标为 j，P为各指标的实际数值，Q为各指标的绝对权重，O为各指标的目标值（采取各指标中理想的最大值，如对于美观性，其目标值为三级指标总分数相加，即 15 分，对于其他各项需要累积加总的指标，其目标值则为子项理想最大值加总）。认知可供性、功能可供性及情感可供性三个维度的百分制得分S_i计算公式为：

$$S_i = \sum \frac{P_j \times Q_j \times 100}{O_j}$$

由于基准分为 60 分，需要将各维度总分进行标准化处理，得到认知可供性、功能可供性及情感可供性三个维度标准化后得分F_i：

$$F_i = \frac{(S_i - S_{imin}) \times 40}{S_{imax} - S_{imin}} + 60$$

将三个维度标准化得分乘以对应权重再相加可求得各省博物馆网站可供性总分 Z：

$$Z = \sum F_i \times Q_i$$

4.3 测评结果分析

根据前述数据计算方法，本文对 175 个博物馆网站进行评价，得到博物馆在线数字资源服务可供性评分及排名如表 2 所示，较为直观地体现了博物馆网站可供性的建设情况。

表 2 博物馆在线数字资源服务可供性评分及排名

编号	博物馆网站名称	可供性总分	排名	认知可供性	排名	功能可供性	排名	情感可供性	排名
1	故宫博物院	99.99	1	100.00	1	100.00	2	100.00	1
2	陕西历史博物馆	97.17	2	97.90	2	96.00	5	97.63	2
3	上海博物馆	94.41	3	93.69	4	99.33	3	90.27	8
4	成都武保祠博物馆	92.68	4	90.18	1	92.67	1	95.27	3
5	浙江省博物馆	90.78	5	90.88	1	92.89	1	88.60	13
6	敦煌研究院	90.66	6	88.07	2	94.00	1	90.00	11
7	安徽中国徽州文化博物	90.21	7	85.97	3	94.66	8	90.13	9
8	苏州博物馆	90.05	8	90.18	1	86.67	2	93.33	6
9	河北省博物馆	90.01	9	91.58	8	91.78	1	86.67	24
10	山东博物馆	89.80	10	87.72	2	92.45	1	89.30	12
11	中国人民抗日战争纪念	89.43	11	85.97	3	94.23	9	88.21	18
12	淄博市陶瓷博物馆	89.03	12	95.09	3	83.55	4	88.33	15
13	刘少奇故居纪念馆	88.85	13	90.18	1	90.22	1	86.17	26
14	西汉南越王博物馆	88.80	14	92.98	5	84.88	3	88.47	14
15	南京博物院	88.69	15	87.37	2	91.12	1	87.63	20
16	重庆中国三峡博物馆	88.56	16	87.37	3	94.23	1	84.17	32
17	广东民间工艺博物馆	88.51	17	92.98	6	82.44	5	90.00	10
18	周口店猿人遗址博物馆	88.37	18	88.77	1	89.56	2	86.80	21
19	山西博物院	88.17	19	78.95	8	100.00	1	85.83	28
20	瑷珲历史陈列馆	88.11	20	85.97	3	95.11	6	83.34	36
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
15	临沂市博物馆	68.02	156	64.91	1	70.00	1	69.23	139
15	温州博物馆	67.86	157	66.32	1	68.22	1	69.10	146
15	中国(海南)南海博物馆	67.86	158	66.32	1	70.66	1	66.67	160

15	云南民族博物馆	67.60	159	66.32	1	71.56	1	65.00	166
16	江西省庐山博物馆	67.32	160	66.32	1	71.11	1	64.60	168
16	上海中国航海博物馆	67.32	161	62.11	1	70.89	1	69.10	145
16	上海科技馆	67.27	162	69.12	1	63.56	1	69.10	144
16	随州市博	67.19	163	71.23	1	65.56	1	64.73	167
16	新疆维吾尔自治区博物	66.26	164	63.86	1	67.55	1	67.44	158
16	青海省博物馆	66.19	165	61.05	1	70.22	1	67.44	157
16	鄂豫皖苏区首府革命博	66.17	166	65.26	1	66.89	1	66.40	162
16	大庆博物馆	66.07	167	68.42	1	60.00	1	69.73	137
16	杭州西湖博物馆总馆	65.46	168	64.21	1	68.89	1	63.34	169
16	赣州市博物馆	64.48	169	60.70	1	69.78	1	63.07	171
17	萍乡博物馆	64.18	170	60.70	1	68.89	1	63.07	172
17	淮北市博物馆	63.99	171	61.40	1	69.11	1	61.54	174
17	安源路矿工人运动纪念	63.96	172	60.70	1	68.22	1	63.07	170
17	中国农业博物馆	63.59	173	64.21	1	60.00	1	66.54	161
17	山西地质博物馆	62.36	174	60.00	1	64.67	1	62.50	173
17	成都杜甫草堂博物馆	60.47	175	61.40	1	60.00	1	60.00	175

本文采用二阶聚类方法对 175 个博物馆样本进行聚类。二阶聚类（Two Step Cluster,TSC）也称为两步聚类，能够自动确定最佳聚类个数，相较于传统的聚类方法更加精准。根据博物馆网站得分，本文共将样本聚成三类，分别为可供性全面领先型、可供性赶超发展型和可供性蓄势突破型，具体结果如表 3 所示。同时，本文将聚类后各类博物馆网站的得分进行可视化，形成博物馆在线数字资源服务可供性分数散点图，如图 2 所示。最后，本文对各省市博物馆在线数字资源服务可供性平均分进行计算，并以热力图形式呈现，结果如图 3 所示。针对以上数据，研究发现我国博物馆在线数字资源服务可供性建设有以下特点：

表 3 博物馆在线数字资源服务可供性二阶聚类结果

聚类类别	个案数	占总计的百分比	认知可供性平均值	功能可供性平均值	情感可供性平均值
可供性全面领先型	49	28.0%	86.57	88.72	86.23
可供性赶超发展型	62	35.4%	79.99	78.41	75.98
可供性蓄势突破型	64	36.6%	66.06	72.41	69.33

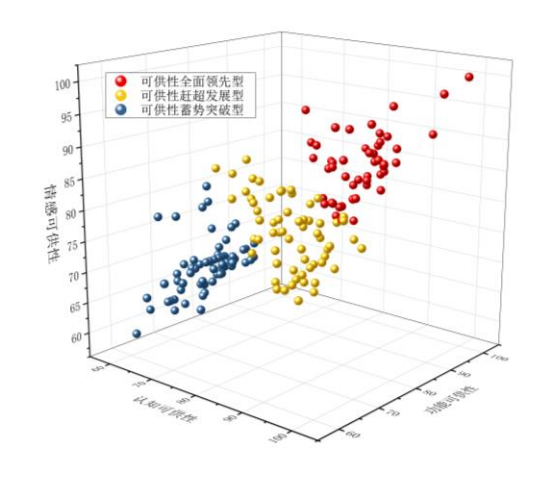


图 2 博物馆在线数字资源服务可供性分数散点图



图 3 各省市博物馆在线数字资源服务可供性热力图

从单一博物馆的在线数字资源服务可供性建设来看，我国在线数字资源服务可供性水平较高的博物馆结合自身资源特点在认知、功能以及情感三个维度进行了充分探索及延伸。在认知可供性方面，表现优异的博物馆网站不仅注重色彩搭配，在排版布局、页面组件设计方面也独具巧思。例如，长沙简牍博物馆以简牍形式展示资讯，巧妙地融合了博物馆的特色，增加了用户的代入感（如图 4 所示）；成都武侯祠博物馆则通过视频引导的方式，吸引用户的兴趣（如图 5 所示）；在功能可供性方面，表现优异的博物馆在藏品、展览以及知识展示方面给予观众更多可能性。比如安徽省博物馆设置了丰富的在线互动功能，用户可以收藏、评论、分享藏品信息（如图 6 所示）；上海博物馆图文展览针对不同主题设置章节内容，在页面设计、跳转动画等方面精心设计、层层递进（如图 7 所示）；陕西历史博物馆根据专题将历史知识以三维虚拟的形式进行传达，例如"探寻杜虎符的前世今生"，同时还设置了线上互动游戏，观众参与感极强，犹如身临其境（如图 8 所示）；苏州博物馆邀请领域专家学者在线讲授历史文化知识，有效提升知识传播的深度与广度（如图 9 所示）；在情感可供性方面，表现优异的博物馆网站注重观众与网站的交互，并营造浓厚的文化氛围实现历史认同感以及价值感的延伸。例如，成都金沙遗址博物馆可以对 3D 文物进行二次创作，历史文化信息以再加工的方式在用户脑海中留下更为深刻的印象。同时还设置直播以及回放功能，与当下最流行的文化传播方式相结合，扩展了资源可触达的方式（如图 10 所示）；中国人民抗日战争纪念馆除了将馆藏资源以线上方式呈现以外，还设置与中国抗战纪念馆、国际二战博物馆的链接，将大江南北、全球上下的遗址遗存连接起来，强化观众的历史认同感（如图 11 所示）。



图 4 长沙简牍博物馆资讯展示



图 5 成都武保祠博物馆视频引入



图 6 安徽博物馆藏品互动功能



图 7 上海博物馆图文展览

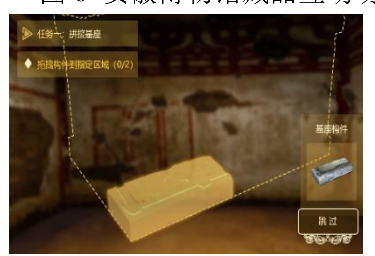


图 8 陕西历史博物馆虚拟展览



图 9 苏州博物馆在线课堂



图 10 成都金沙遗址博物馆文物二创及直播回放

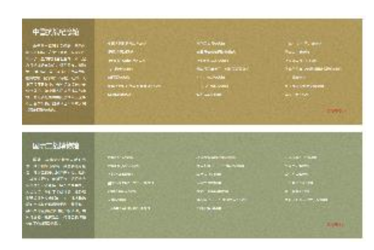


图 11 中国人民抗日战争纪念馆网站链接

从全国各省市博物馆的在线数字资源可供性建设来看，我国博物馆在线数字资源可供性水平发展并不均衡，总体呈现“东高西低中起”格局。具体来看，华北地区在京津冀产业链与创新链深度融合的辐射效应带动下，数字化建设成果突出，为博物馆在线数字资源服务的建设提供了必要条件；长江三角洲地区承担着中国科技和产业创新开路先锋的重任，积极抢占数字化发展的制高点，因此其在线数字资源服务可供性水平也处于领先位置；西南地区作为政策鼓励扶持的重点区域，数字产业化服务平台日渐完善，相继建立起西南数字文娱产业基地、西南美术动画产业基地。重庆、成都、西安等城市也加快数字经济基础设施建设，发展智慧城市和数字化产业，为数字资源服务的可供性建设提供重大机遇。相比之下，西北地区在线数字资源服务可供性建设略有不足，受经济基础、自然环境和社会条件等多种因素影响，其博物馆在线数字资源服务可供性水平与我国东部、中部地区之间存在较大差距。

从全国各省市博物馆在线数字资源服务可供性水平与城市文化科技融合创新程度的关系来看，两者发展格局基本一致。迄今为止，科技部、中宣部会同相

关部门分四批共认定了 85 家国家文化和科技融合示范基地，初步形成了以“北京、浙江、广东”为龙头，东部地区占据主导地位、中西部地区跟进的格局，与我国各省市博物馆在线数字资源服务可供性建设水平情况大体相同。这些基地充分利用大数据、云计算、人工智能等数字技术，革新了文化遗产数字化保护和传承方式，拓展了文化大数据的应用场景。因此，文化科技融合优势地区在促进传统文化业态转型升级和新兴文化业态培育发挥了重要的引领示范作用，能够为博物馆在线数字资源服务建设提供良好的技术条件和发展指引。

5 基于可供性的博物馆在线数字资源服务建设对策建议

为了推进博物馆在线数字资源服务建设，使民众更易获取高质量的博物馆数字资源，本研究基于 “可供性”理论，从认知可供性、功能可供性、情感可供性三个维度出发，形成 3 项一级指标、9 项二级指标和 25 个三级指标，评价体系具有可操作性与实践性，较为全面地对 175 家国家一级博物馆在线数字资源服务水平进行评估。评估结果反映出目前博物馆在线数字资源服务可供性的优势与不足，能够帮助博物馆厘清服务现状与公众期望之间的“距离”，为文化数字化背景下，博物馆如何提升数字资源服务数字化水平提供参考。基于测评结果，本研究从可供性的三个维度出发提出相应的对策建议，以期优化我国博物馆在线数字资源服务可供性水平，使其更好实现角色功能。

一是改善页面布局，融合感官交互设计打造沉浸心理体验，以提高博物馆在线数字资源服务认知可供性。博物馆网站的浏览体验极易使用户产生迷航现象，因此博物馆网站应该全面提升认知可供性，使用户能够在网站设计中获得感知，展开想象，在知觉与思维的交互中获得沉浸式体验。首先，博物馆网站应该提供明确的导航、简洁明了的信息组织、全面的搜索功能以及清晰的网页布局和图标设计，从而让用户能够轻松地找到所需的信息。另外，网站应充分发挥数字化技术的优势，激活用户的感官世界，通过视觉、触觉、听觉等感官的共同作用延伸空间，进而提升用户的心理沉浸感。最后网站设计应当注重深化互动体验，例如增加页面浏览过程中的动画设置、信息获取过程中的交互操作等，提升受众的参与体验，进而增强用户信息获取的黏性。

二是利用数字技术，基于博物馆资源特色拓展资源应用范围，以优化博物馆在线数字资源服务功能可供性。博物馆网站核心是数字资源，数字资源的采集、加工、传播与展示构成了数字博物馆的主要内容，也是功能可供性的直接体现。首先，博物馆应充分利用大数据技术丰富博物馆的叙事方式，将历史文物信息以多样化的方式呈现给受众，给予用户更多获取知识的可能性。例如数字展览不必拘泥于三维重现，可以利用技术脱离实体展厅的限制，设计故事架构、打造完全虚拟的故事场景；其次，目前博物馆在线数字资源服务还未充分挖掘和利用自身文化特性为公众提供优质学习资源，文化教育属性有待进一步拓展。例如故宫博物院就打造了《胤镇美人图》、《紫禁城祥瑞》等一系列应用，以典藏为核心、以学术成果为支撑，并融入多媒体信息，巧妙地拉近了与公众之间的距离，让所有年龄层和不同文化层次的人均可以无障碍获取文化体验。最后，博物馆可以拓展数字资源的应用场景，例如与抖音等短视频平台合作，进行数字资源多元化创作，也鼓励更多的用户生成内容，从而让数字知识真正“活起来”。

三是聚焦多元体验，通过知识互动及再加工实现文化价值延伸，以强化博物馆在线数字资源服务情感可供性。传统的博物馆传播，仅局限于在文化展示的空间当中获得有限的信息。虚拟现实技术拓展了文物展示的空间，多元的呈现方式

使文化知识呈现更加立体，丰富了人们的体验感。博物馆网站建设要更加“人性化”，以用户体验为中心，情感化设计尤为重要。苗岭提出博物馆情感化设计的四个层级，即本能层、行为层、反思层、表达层[60]，较全面地概括出给予受众多元情感体验的路径。在本能层方面，博物馆网站营造针对不同主题的虚拟氛围、调动用户多感官体验来激活丰富多元的情感；在行为层方面，博物馆网站可以给予用户更多交互操作的可能性，例如在虚拟展览中增加游戏环节和留言交流互动功能，逼真还原线下实体场馆游览体验；在反思层方面，博物馆需要深挖历史文化背后的情感力量，通过场景还原、情节构建推动观众与展览内容对话，激发观众的主观判断力，深入思考历史文化内涵；在表达层方面，博物馆可以针对展览主题设置自由创作板块，允许观众创造具有个人特色的内容，此时历史文化信息以再加工的方式在用户脑海中留下更为深刻的印象，并赋予用户独特的情感体验。

博物馆是文化传承与创新的重要载体，在线数字资源服务可供性建设有助于最大限度地提升博物馆的力量。在国家数字化战略的指引下，博物馆不仅需要发挥传统文化保护与展示的作用，还要积极探索数字技术的应用，创造更加便捷、生动、多元、贴近公众的在线数字资源服务，以满足公众对文化资源获取和体验的需求，在实现“文化数字化为了人民，文化数字化成果由人民共享”的具体实践中发挥更为积极的作用。

6 总结与展望

目前，我国正在大踏步迈入数字化时代，文化数字化战略是党对繁荣发展文化事业和文化产业作出的重要部署。博物馆应凭借其独有的馆藏文物资源优势全面推进在线数字资源服务可供性建设，满足公众的文化需求，在推进文化产业数字化战略、建设社会主义文化强国方面发挥更重要的作用。后续还可以在本研究的基础上展开进一步探索，比如，可以进行国内外博物馆在线数字资源服务可供性的对比研究，汲取国外先进经验，从而为我国博物馆数字资源建设提出可借鉴的针对性意见；也可以进一步从地区经济效益、政策支持投入、人才和技术支持等维度探究影响各地区博物馆在线数字资源服务可供性的关键要素，为进一步改进和提升博物馆数字化建设提供科学依据和实践指导。总之，博物馆在线数字资源服务可供性的提升能够更加全面地展现文化资源的珍贵价值，极大增强博物馆的内生动力，以充分发挥文博机构的文化影响力，对推进文化数字化战略具有重要意义。

参考文献

[1] 周效章. “互联网+”背景下高校数字资源社会化服务策略研究——基于长尾理论视角[J]. 图书馆工作与研究, 2020(8): 28-35.

[2] 尹珍.数字博物馆沉浸式交互设计[J].传媒论坛,2021,4(20):52-54.

[3] 袁晓东. 虚拟技术交互作用在数字博物馆中的应用[J]. 济宁学院学报, 2021, 42(2): 73-77+102.

[4] 伍建平. 基于 WEB 的数字博物馆呈现形式现状研究[J]. 长沙民政职业技术学院学报, 2020, 27(4): 132-134.

[5] 王广军, 王鹏林, 贾玫卿, 等. 基于虚拟现实技术的黄梅戏数字博物馆设计[J]. 安庆师范大学学报(社会科学版), 2021, 40(4): 98-103.

[6] 粟宇亮. 博物馆数字资源的管理与共享研究[J]. 艺术科技, 2017, 30(9): 127.

[7] 赵丰.丝绸之路数字博物馆:开放共享的博物馆数字融合[J].中国博物馆,2022,No.150(03):109-115.

[8] 来思渊,张韵涵.新媒体时代传统村落数字博物馆的发展[J].美术教育研究,2022,No.279(20):62-64.

[9] 王琪. 全媒体背景下国内数字博物馆的问题分析与改善策略研究[J]. 南京邮电大学学报(社会科学版), 2019, 21(2): 83-90.

[10] 陈天仑. AR 和 VR 技术在数字博物馆的应用研究[J]. 数字通信世界, 2022(4): 81-83.

[11] 苏燕, 李光举. 浅谈虚拟现实技术在数字博物馆空间设计中的应用[J]. 中国管理信息化, 2019, 22(12): 133-134.

[12] 张建国.数字博物馆对文物保护与全球化传播的保障策略研究[J].情报科学,2022,40(02):59-64.

[13] 于永喆.基于全球化传播及文物保护视角对我国数字博物馆的发展研究[J].文物鉴定与鉴赏,2022,No.235(16):92-95.

[14] 赵晴,胡水星,童兆平.教育信息化 2.0 背景下数字博物馆的研究趋向与发展路径[J].湖州师范学院学报,2022,44(12):88-94.

[15] 许世虎, 陈茜朦. 博物馆虚拟展览馆的用户体验评价体系研究[J]. 戏剧之家, 2019(20): 196-197.

[16] 薛瑞芳, 张春晖. 博物馆观众参观服务质量感知评价实证研究——以西安博物院为例[J]. 科学教育与博物馆, 2021, 7(1): 14-19.

[17] 龙亚萍. 试论智慧博物馆视域下的博物馆绩效评价体系建设——以成都杜甫草堂博物馆为例[J]. 文化创新比较研究, 2019, 3(1): 156-157.

[18] 苏燕. VR 技术在数字博物馆中的应用及创意方案——以构建山东电院 VR 信息技术博物馆平台为例[J]. 居业, 2021(3): 36-37.

[19] 樊敏. 编码解码理论下的数字博物馆用户体验评价研究[J]. 卫星电视与宽带多媒体, 2020(2): 103-105.

[20] 郑淞尹, 王萍, 丁恒, 等. 基于方面级情感分析的博物馆数字化服务用户体验研究[J]. 情报科学, 2022, 40(4): 171-178.

[21] 铁铮, 蒋超, 燕耀, 等. 基于用户满意度的数字博物馆服务设计评价方法研究[J]. 文博, 2022(4): 105-112.

[22] 裴卉宁,温志强,黄雪芹等.融合视觉认知特征的虚拟博物馆界面布局美度评价方法[J].图学学报,2023,44(02):389-398.

[23] 张希睿. 基于场景理论的博物馆数字化研究——以陕西汉阳陵博物馆为例[J]. 文物鉴定与鉴赏, 2021(16): 128-130.

[24] 陈波, 彭心睿. 虚拟文化空间场景维度及评价研究——以“云游博物馆”为例[J]. 江汉论坛, 2021(4): 134-144.

[25] 谭翠萍, 郑怀国, 李凌云. 北京农业数字博物馆门户可用性评价指标体系[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(25): 12321-12323+12326.

[26] Damala A, Ruthven I, Hornecker E. The MUSETECH Model: A Comprehensive Evaluation

Framework for Museum Technology[J]. Journal on Computing and Cultural Heritage, 2019, 12(1): 1-22.
[27] 张冰妍, 高颂华. 博物馆数字交互展示中信息传达有效度评估研究[J]. 艺术与设计(理论), 2021, 2(7): 49-51.
[28] 王胜兰. 大学数字博物馆资源质量用户满意度调查分析[J]. 中国教育技术装备, 2016(10): 47-49.
[29] 郑淞尹,王萍,丁恒等.基于方面级情感分析的博物馆数字化服务用户体验研究[J].情报科学,2022,40(04):171-178.
[30] 冯颖怡, 蔡晓珊. 数字博物馆服务质量研究[J]. 江苏科技信息, 2021, 38(18): 34-36.
[31] Gibson J J. The Ecological Approach to Visual Perception: Classic Edition[M]. 1st ed. Psychology Press, 2014.
[32] Norman D A. Affordance, conventions, and design[J]. Interactions, 1999, 6(3): 38-43.
[33] Gaver W W. Technology affordances[C]//Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems Reaching through technology - CHI '91. New Orleans, Louisiana, United States: ACM Press, 1991: 79-84.
[34] 许晓峰, 高颖. 服务设计中的可供性评价体系及其应用研究[J]. 装饰, 2015(2): 108-110.
[35] Li H, Chen C H. Effect of the Affordances of the FM New Media Communication Interface Design for Smartphones[J]. Sensors, 2021, 21(2): 384.
[36] Morshedzadeh E, Ono K, Watanabe M. A NEW MODEL FOR IMPROVING USER-PRODUCT INTERACTION EVALUATION, BASED ON AFFORDANCE AND FACTOR ANALYSIS[J].
[37] 白仲航, 李颖, 宋美佳, 等. 基于可供性的产品造型设计及评价研究[J]. 包装工程, 2021, 42(22): 103-107+114.
[38] 王敏艳. 基于可供性理论的产品情感化设计研究[J]. 工业设计, 2022(3): 52-54.
[39] Fox J, McEwan B. Distinguishing technologies for social interaction: The perceived social affordances of communication channels scale[J]. Communication Monographs, 2017, 84(3): 298-318.
[40] Rice R E, Evans S K, Pearce K E, et al. Organizational Media Affordances: Operationalization and Associations with Media Use: Organizational Media Affordances[J]. Journal of Communication, 2017, 67(1): 106-130.
[41] Manata B, Spottswood E. Extending Rice et al. (2017): the measurement of social media affordances[J]. Behaviour & Information Technology, 2022, 41(6): 1323-1336.
[42] Sajtos L, Cao J T, Zhang W, et al. Developing a feature-centric and affordance-based conceptualization of social media interactions[J]. Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics, 2022.
[43] 王爱玲, 朱金德, 王泽鹏. 专业媒体微信平台的内容传播可供性分析——以《人民日报》和新华社微信公众号的内容推送为例[J]. 当代传播, 2022(Z5): 101-105.
[44] 曾培伦, 朱春阳. 可供性框架下县级融媒体中心建设效果评估体系创新[J]. 新闻与写作, 2022(9): 100-110.
[45] 张姝琪, 段峰峰. 媒介可供性理论视角下主流媒体传播平台的建构研究——以"人民视频"网站及客户端为例[J]. 中国传媒科技, 2022(7): 30-33.
[46] Xue S, Churchill D. A review of empirical studies of affordances and development of a framework for educational adoption of mobile social media[J]. Educational Technology Research and Development, 2019, 67(5): 1231-1257.
[47] D'Ambra J, Wilson C S, Akter S. Affordance theory and e-books: evaluating the e-reading experience using netnography[J]. Personal and Ubiquitous Computing, 2019, 23(5-6): 873-

892.
[48] 吴 瑶．具 身 性 、 物 质 性 与 互 动 性： 有 声 阅 读 可 供 性 实 践 的 三 重 面 向[J]. 编 辑 之 友,2022,No.307(03):13-20.
[49] 郑言钊， 陈爽． 可供性视角下数字阅读与社交机制的嵌入与协同——以“微信读书”为例[J]． 新媒体研究，2022，8(15)：90-93.
[50] Piccoli G. Triggered essential reviewing: the effect of technology affordances on service experience evaluations[J]. European Journal of Information Systems, 2016, 25(6): 477-492.
[51] Bardenhagen E, Rodiek S. Affordance-Based Evaluations that Focus on Supporting the Needs of Users[J]. HERD: Health Environments Research & Design Journal, 2016, 9(2): 147-155.
[52] 杨蕊． 媒介可供性视角下社区电商价值共创实践[J]． 科技传播，2022，14(7)：47-49+56.
[53] 莫燕， 黄蓉． 基于可供性视角的直播电商平台消费者冲动购买行为的影响因素研究[J]． 物流工程与管理，2022，44(2)：72-77.
[54] 黄晓艳． 直播电商营销可供性对消费者在线冲动购买的影响——心理距离和心理账户灵活性的链式中介效应[J]． 商业经济研究，2022(11)：59-62.
[55] Hartson R. Cognitive, physical, sensory, and functional affordances in interaction design[J]. Behaviour & Information Technology, 2003, 22(5): 315-338.
[56] Zhao Y, Liu J, Tang J, et al. Conceptualizing perceived affordances in social media interaction design[J]. Aslib Proceedings, 2013, 65(3): 289-303.
[57] Tenner E. The Design of Everyday Things by Donald Norman[J]. Technology and Culture, 2015, 56(3): 785-787.
[58] 顾蓉， 穆宝宁， 王刚， 等． 情感设计中本能、行为、反思的解析与表达[J]． 包装工程，2015，36(16)：87-90.
[59] 王馨， 王峰． 反思层面的儿童教育类 App 情感化设计研究[J]． 装饰，2018(7)：95-97.
[60] 苗岭． 情感化设计在博物馆新媒体展示中的应用研究[J]． 东南文化，2022(2)：163-168.

（通讯作者：杨建梁 E-mail：rucyjl1991@ruc.edu.cn）

作者贡献声明：

钱明辉：提出研究思路，设计研究方案；

王雅岳：进行数据收集、论文起草；

杨建梁：研究课题监督与指导、论文修订；

刘彦平：论文最终版本修订。